

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-287369

(43)Date of publication of application : 16.10.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/135

B81B 1/00

B81C 1/00

(21)Application number : 2001-049245

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 23.02.2001

(72)Inventor :  
RI GINSEI  
KIM HYUN-CHUL  
OH YONG-SOO  
SO KIBU

(30)Priority

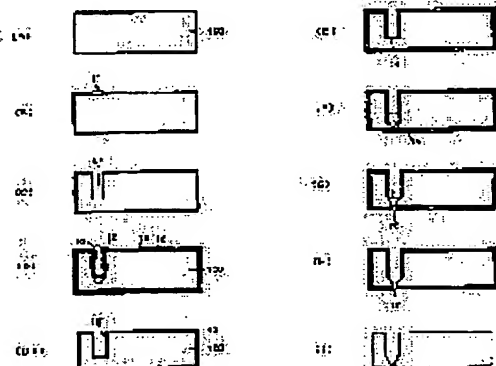
Priority number : 2000 200009103 Priority date : 24.02.2000 Priority country : KR

## (54) INTEGRAL FLUID NOZZLE ASSEMBLY UTILIZING SINGLE CRYSTAL SILICON WAFER AND ITS FABRICATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an integral fluid nozzle assembly utilizing a single crystal silicon wafer and its fabrication method.

SOLUTION: This integral micro-fluid nozzle assembly utilizing the (100) orientation single crystal silicon wafer is formed in one body without any shift with the use of the one wafer by simplifying an existing complicate structure in which many wafers and sheets are used and stacked, and therefore can be mass produced. Moreover, the number of wafers can be reduced by fabricating the nozzle assembly in an automatic batch alignment process utilizing anisotropic etching with the use of the crystal face of the wafer, an appropriate mask formation process utilizing a LOCOS process, etc. In other words, not only an alignment error of the wafers can be reduced to a few micrometers or smaller by applying general silicon photolithography, but also the method is not complicate, is economically superior and has a good yield.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-287369

(P2001-287369A)

(43) 公開日 平成13年10月16日 (2001. 10. 16)

| (51) IntCl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I          | テームコード (参考) |
|--------------------------|------|--------------|-------------|
| B 4 1 J 2/135            |      | B 8 1 B 1/00 |             |
| B 8 1 B 1/00             |      | B 8 1 C 1/00 |             |
| B 8 1 C 1/00             |      | B 4 1 J 3/04 | 1 0 3 N     |

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2001-49245 (P2001-49245)

(22) 出願日 平成13年2月23日 (2001. 2. 23)

(31) 優先権主張番号 2 0 0 0 9 1 0 3

(32) 優先日 平成12年2月24日 (2000. 2. 24)

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839  
三星電子株式会社  
大韓民国京畿道水原市八達区梅蔭洞416

(72) 発明者 李 銀聖  
大韓民国大田広域市中区五柳洞175-1番  
地三星アパート28棟409号

(72) 発明者 金 鉉哲  
大韓民国ソウル特別市瑞草区方背3洞1018  
番地三益アパート5棟908号

(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武 (外1名)

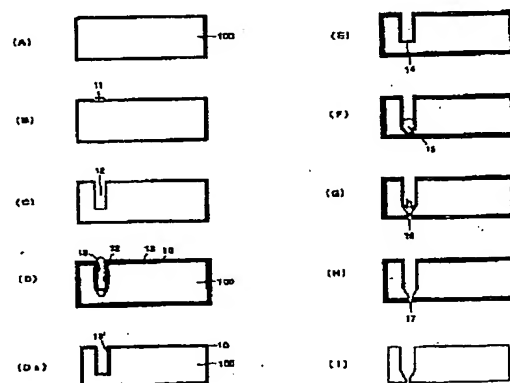
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単結晶シリコンウェーハを利用した一体型流体ノズルアセンブリ及びその製作方法

## (57) 【要約】

【課題】 単結晶シリコンウェーハを利用した一体型流体ノズルアセンブリ及びその製作方法を提供する。

【解決手段】 (100) 面単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリは、既存の多数枚のウェーハ及び板を使用して積層していた複雑な構造を単純化して1枚の(100)面シリコン単結晶ウェーハを利用してずれることなく一体型に具現することにより、大量生産を可能にし、さらにウェーハの結晶面を利用した異方性エッチング工程及びLOCOS工程を利用した適宜なマスクの形成工程などを利用する一括自動整列工程で製作することによりウェーハの数を低減できる。すなわち、一般的なシリコンフォトリソグラフィ工程を活用してこれらの整列誤差を数ミクロン以下に減らし得るだけでなく、複雑ではなく、経済性に優れているほか、歩留まり率も良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 引き入れられる流体を一時的に貯蔵するダンパーと、前記ダンパーに貯蔵された流体を吐き出す排出口と前記ダンパーに貯蔵された流体が前記ダンパー内の圧力よりも高圧で前記排出口に引き入れられるように誘導する円錐部とよりなるノズルとを備えた流体ノズルアセンブリにおいて、前記ダンパー及び前記ノズルの円錐部と排出口が順次連続的に配置されて一枚の単結晶シリコン基板により一体型に構成されたことを特徴とする一体型流体ノズルアセンブリ。

【請求項2】 前記ダンパー及びノズルのほかにも、前記ダンパーに流体を配給する通路の役目をする流路、及び流路から前記ダンパーに流体が引き入れられるようにするチャンネルがさらに備わった構造が前記単結晶シリコン基板により一体型に構成されたことを特徴とする請求項1に記載の一体型流体ノズルアセンブリ。

【請求項3】 前記単結晶シリコン基板は、(100)面単結晶シリコン基板であることを特徴とする請求項1または2に記載の一体型流体ノズルアセンブリ。

【請求項4】 引き入れられる流体を一時的に貯蔵するダンパー、及び前記ダンパーに貯蔵された流体を吐き出す排出口と前記ダンパーに貯蔵された流体が前記ダンパー内の圧力よりも高圧で前記排出口に引き入れられるように誘導する円錐部とよりなるノズルを備えたノズルアセンブリの製作方法において、(a) (100)面単結晶シリコン基板の全面に第1マスクを蒸着する段階と、(b) フォトリソグラフィ工程で前記ダンパー及びノズルが形成される部分に対応する領域に第1開口部を形成する段階と、(c) 前記第1開口部を通じて前記シリコン基板にエッチング工程を行い、ダンパーを形成する段階と、(d) 前記ダンパーの側壁が湿式エッチング時に保護されるように側壁保護用第2マスクを蒸着する段階と、(e) 異方性乾式エッチングを行い、前記ダンパーの底面の前記側壁保護用の第2マスク膜を除去してノズル形成のための第2開口部を形成する段階と、(f) 前記(100)面シリコンウェーハにノズル円錐部の形成のための湿式エッチングを行う段階と、(g) 前記基板の背面にコーティングされた前記第1マスクにノズル排出口の形成のための第3開口部を形成する段階と、

(h) 前記第3開口部を利用してノズル排出口を形成する段階と、(i) 前記第1マスク及び第2マスクを除去する段階とを含むことを特徴とする一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

【請求項5】 前記(b)段階の第1開口部及び前記(g)段階の第3開口部の形成は、フォトリソグラフィ工程を利用することを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

【請求項6】 前記(a)段階において、前記第1マスクは、酸化膜、窒化膜及び金属膜のうちいずれか一つであることを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズル

ルアセンブリの製作方法。

【請求項7】 前記(b)段階において、前記第1開口部は、円形の断面に形成することを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

【請求項8】 前記(c)段階は、ICP RIE、プラズマ-タッチ、レーザーバンチングのうちいずれか一つのエッチング装置を利用して異方性乾式エッチングによりなされることを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

10 【請求項9】 前記(100)面単結晶シリコン基板として、エッチング停止層を含むウェーハを利用することを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

【請求項10】 前記(d)段階において、前記第2マスクは、前記(a)段階で形成された前記第1マスクと膜間厚さの段差が相対的に大きい同じ物質で形成するか、或いは前記(a)段階の第1マスクと(e)段階の乾式エッチングに対してエッチング選択比が大きい異種膜で形成することを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

20 【請求項11】 前記第1マスクは窒化膜で形成し、前記第2マスクは酸化膜で形成することを特徴とする請求項10に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

【請求項12】 前記(f)段階において、前記ノズル円錐部は、前記シリコン基板の(100)結晶面と(111)結晶面の異方性湿式エッチング特性を利用して形成することを特徴とする請求項4に記載の一体型流体ノズルアセンブリの製作方法。

30 【請求項13】 前記(h)段階は、乾式異方性エッチング法でなされることを特徴とする請求項4に記載の流体ノズルアセンブリの製作方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単結晶シリコンウェーハを利用した一体型流体ノズルアセンブリ及び一括自動整列工程によるその製作方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図1Aは、ヨーロッパ特許第0659562A2号に記載されたラミネーテッドインクジェット記録ヘッドの断面図である。示されたように、ラミネーテッドインクジェット記録ヘッドは、基本的に、ノズル100が形成されたノズル板101、3枚のコミュニケーションホール形成ボード201a、201b、201c、圧力発生チャンバの形成用ボード301及び振動板400が順次重なった構造となっている。圧力発生チャンバ300にはインク貯蔵容器800に貯蔵されたインクが引入口700を経て貯蔵チャンバ600aに一時貯蔵されてから、インク注入口600c及びコミュニケーションホール600bを通じて満たされるよう

になる。インク貯蔵容器800には、外部のインク槽から提供されるインクがフィルター800を通じて流入される。振動板400には圧電振動子が付着されて印加される電圧信号に基づき圧力発生チャンバ300に満たされたインクに圧力を生じるようになる。圧力を受けたインクはコミュニケーションホール200a、200b、200cを経てノズル100を通じて吐き出される。このような構造のラミネーテッドインクジェット記録ヘッドは、各薄板を別々に製作してこれらを整列ボンディングすることにより製造している。すなわち、図1Bに示されたように、それぞれの薄板を加工して貼り合わせる極めて複雑な工程を選択している。これは、工程に多くのノウハウが必要になり、経済性及びその歩留まり率が極めて悪くなる。また、それぞれを整列する過程で整列誤差が大きくなる。特に、図1Aに示された“A”領域のようなノズルアセンブリの部分は、流体の流路の役目をするダンパーの部分とノズルの形成を様々な大きさの薄板を積層することで解決している。このように流体の流路の形成から流体の噴射に至るまで直接的に関係するノズルアセンブリを製作する既存の方法は、それぞれ

の構造物を別々に製作して積層する方法を用いる。したがって、整列誤差による円滑でない流体の流れのため、薄板の境界面は流体の流れを乱してしまう。

【0003】このようなノズルアセンブリの形成方法は、図2Aないし図2F及び図3ないし図5に示されたように様々である。図2Aないし図2F及び図3ないし図5に示された例は代表的なものであって、これらはいずれもノズル部に限って形成できる方法であり、ダンパーが必要な場合に積層しなければならない。もちろん、積層方法も大きい問題となり、経済性、歩留まり率に問題がある。

【0004】先ず、図2Aないし図2Fは、米国特許3、921、916号に記載されたノズル部の形成方法であって、図2Aないし図2Cに示されたように選択的な部分ドーピングをした後、図2Dに示されたように、互いに反対面で湿式エッチングを行ってドーピングされたシリコンのみが湿式エッチングに選択比を持って、図2E及び図2Fに示されたようなノズル部を形成する。これは、ドーピングの深さに限界があり、しかも工程がやや複雑であるという問題点がある。

【0005】図3は、機械的なバンチングによるノズルの形成方法であって、面が滑々せず、しかも歩留まり率が低下され、積層する方法に限って使用可能である。

【0006】図4は、“Sensors and Actuators A 65 (1998) 221-227”に記載されたノズルの形成方法であって、両面整列をして時間調節による湿式エッチングでノズルを形成する方法を示している。元々、湿式エッチングは、そのエッチング深さ及びパターンの大きさによってノズルの大きさが決定されるため、その均一性に問題があり、特に時間調

節による工程中断を試みなければならないという大きな短所がある。

【0007】図5Aないし図5Cは、“G. Siewell et al., H. P. Journal, vol 36, no. 5, pp 33~37 (1985)”に記載されたノズルの形成方法であって、図5Aに示されたようにフォトレジストパターンでノズル部を除いた残りの部分に図5Bに示されたようにニッケル電気メッキを施して図5Cに示されたように取り外すことによりノズルを形成する。この方法で形成されたノズルの大きさは数ミクロン以上に変わり、ノズル部の傾斜角の調節も難しく、かつ不均一である。

【0008】図6A及び図6B、図7Aないし図7Dはそれぞれ、シリコンでダンパー構造及びノズル構造を製作した後に積層してノズルアセンブリを製作する方法を示している。前者は、図6Aに示されたようなダンパー21が形成されたバルクシリコン20とノズル31が形成されたノズル板30を付着することにより図6Bに示されたようなノズルアセンブリを形成する。後者は、図7Aに示されたように、バルクシリコン40にダンパー41構造を形成した後に、図7Bに示されたように、ノズル板50を備えると同時に、バルクシリコン40に形成されたダンパー41の側壁に湿式マスク42を蒸着し、図7Cに示されたように、2枚のウェーハ40、50を積層し、図7Dに示されたように、ダンパー41に対応するノズル板50に湿式エッチングを施してノズル51を形成する。

【0009】前記二つの方法はいずれも、薄いノズル板30、50のウェーハを使用しなければならないため、取扱い上破損し易いという点など、大きな問題がある。図6A及び図6Bの場合、積層時の整列は必須である。図7Aないし図7Dの方法では整列が不要であるが、ウェーハが2枚必要であり、ウェーハの取扱い上の問題は依然として残る。

【0010】図8Aないし図8Cは、シリコン結晶面を利用した湿式エッチング法を説明する図面である。ここで、図8Aはシリコンの結晶面を示す図である。トリメチルアンモニウムヒドロキシド (TMAH) など各種の湿式エッチング液において、シリコンの(111)面はそのエッチング速度が極めて遅い。このため、結晶面によるエッチング速度のために、(100)シリコンウェーハのエッチング様相は、図8Bまたは図8Cのように現れる。

【0011】図9は、乾式エッチング工程を説明する図面である。示されたように、プラズマを利用した乾式エッチングを行う場合、側壁コーティング膜cの厚さがコーティング膜aのそれよりも厚いため、乾式エッチング工程でエッチングするのがさらに難しい。

【0012】そしてLOCOS (LOCAL Oxidation of Silicon) とは、シリコンを部

分的に酸化させる方法を言う。シリコン熱酸化膜は、シリコン原子が高温で酸素原子と合って反応してシリコン酸化物である $\text{SiO}_2$ を生成しつつ、酸化膜が成長して形成される。

【0013】一方、ノズルアセンブリを構成する排出口ダンパー及びノズルは流体の流れが指定され、正確に噴射可能に流体を案内する役目をする。ノズルは主として塗布ヘッドの噴射口及びバルブの構造体などとして使われ、排出口ダンパーは流体の流れの方向性を向上させるだけでなく、外圧に対するダンパーの役目をするこ

10 10 14】このようなノズル及び排出口ダンパーを備えたノズルアセンブリをシリコンを利用したMEMS (Micro Electro Mechanical System) 工程の次元で多段階 (数十ミクロン以上の段差) 構造物で形成するとき、一般的に考えられる方法が図10Aないし図10Kに示されている。すなわち、図10A及び図10Bはそれぞれ多段構造のノズルアセンブリを示した基板の断面図であり、図10C及び図10Dはそれぞれ前記多段構造のノズルアセンブリの形成時の問題点を説明するための図面であり、図10Eないし図10Kはそれぞれ図10Aの構造を得るために多層マスクを利用する製作工程を工程段階別に示した断面図である。すなわち、図10Aに示されたような構造を得るためには、先ず、図10Eに示されたようなバルクシリコン80を備え、その上に図10Fに示されたような第1マスク60を形成した後、図10Gに示されたように全面的に第2マスク70を塗布する。次に、図10Hに示されたようにダンパーの形成のための開口部71aを形成し、この開口部71aを通じて図10Iに示されたようにダンパー75を形成する。次に、図10Jに示されたように、バルクシリコン80の上面に存在する第2マスク70を除去しバルクシリコン80の上面部をエッチングして図10Kに示されたような構造を得る。

【0015】このような構造のノズルアセンブリを製作するには、フォトリソの塗布に致命的な問題がある。図10Cの場合、フォトリソの回転塗布時に遠心力によるフォトリソ塗布の不均一さがある。図10Dの場合、フォトリソの塗布時に気泡5が形成されてこれがベイク時に張り裂けてコーティング膜が割れる場合が生じる。この場合、図10Eないし図10Kに示されたように、一般的な多層マスクを覆えば解決可能であるが、図10Bに示された円錐形の構造を得るためには、多層マスクが使えない。これは、図10Bの第3パターンと第1パターン/第2パターンの構造エッチング時にその様相が異なるためであるが、第3パターンを得るとき第1パターン及び第2パターンが第3パターンのエッチング時にエッチング保護されなければならず、第1パターン/第2パターンのエッチング時に第3パターンがエッチング保護されなければならないから

である。この点で、図10Eないし図10Kの多層マスクを利用した工程ではこれを解決できない。

【0016】また、ノズルなどの流体噴射口には親水性/疎水性の表面処理が必要であるが、既存の方法ではこの境界を調節するのがほとんど不可能な問題があった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記事情に鑑みて成されたものであり、その目的は、既存の高費用かつ低効率の複雑な構造及び製造方法を改善するために、単にシリコンウェーハ1枚にシリコン半導体工程及びMEMS工程を利用して全ての構造を集積させた単結晶シリコンウェーハを利用した一体型流体ノズルアセンブリ及びその製作方法を提供するところにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明による単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリは、引き入れられる流体を一時的に貯蔵するダンパーと、前記ダンパーに貯蔵された流体を吐き出す排出口と前記ダンパーに貯蔵された流体が前記ダンパー内の圧力よりも高圧で前記排出口に引き入れられるように誘導する円錐部とよりなるノズルとを備えた流体ノズルアセンブリにおいて、前記ダンパー及び前記ノズルの円錐部と排出口が順次連続的に配置されて一枚の単結晶シリコン基板により一体型に構成されたことを特徴とする。

【0019】本発明において、前記ダンパー及びノズルのほかにも、前記ダンパーに流体を配給する通路の役目をする流路、及び流路から前記ダンパーに流体が引き入れられるようにするチャンネルとがさらに備わった構造が前記単結晶シリコン基板により一体型に構成され、前記単結晶シリコン基板は、(100)面単結晶シリコン基板であることが好ましい。

【0020】また、前記目的を達成するために、本発明による単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリは、引き入れられる流体を一時的に貯蔵するダンパー、及び前記ダンパーに貯蔵された流体を吐き出す排出口と前記ダンパーに貯蔵された流体が前記ダンパー内の圧力よりも高圧で前記排出口に引き入れられるように誘導する円錐部とよりなるノズルを備えたノズルアセンブリの製作方法において、(a)(100)面単結晶シリコン基板の全面に第1マスクを蒸着する段階と、(b)フォトリソグラフィ工程で前記ダンパー及びノズルが形成される部分に対応する領域に第1開口部を形成する段階と、(c)前記第1開口部を通じて前記シリコン基板にエッチング工程を行い、ダンパーを形成する段階と、(d)前記ダンパーの側壁が湿式エッチング時に保護されるように側壁保護用第2マスクを蒸着する段階と、(e)異方性乾式エッチングを行い、前記ダンパーの底面の前記側壁保護用の第2マスク膜を除去してノズル形成のための第2開口部を形成する段階

と、(f)前記(100)面シリコンウェーハにノズル円錐部の形成のための湿式エッチングを行う段階と、

(g)前記基板の背面にコーティングされた前記第1マスクにノズル排出口の形成のための第3開口部を形成する段階と、(h)前記第3開口部を利用してノズル排出口を形成する段階と、(i)前記第1マスク及び第2マスクを除去する段階とを含むことを特徴とする。

【0021】本発明において、前記(b)段階の第1開口部及び前記(g)段階の第3開口部の形成はフォトリソグラフィ工程を用い、前記(a)段階において、前記第1マスクは、酸化膜、窒化膜及び金属膜のうちいずれか一つであり、前記(b)段階において、前記第1開口部は円形の断面に形成し、前記(c)段階は、ICPRIE (Inductivity Coupled Plasma Reactive Ion Etching)、プラズマタッチ、レーザーバンチングのうちいずれか一つのエッチング装備を用いて異方性乾式エッチングによりなされ、前記(c)段階のために、前記(100)面単結晶シリコン基板として、エッチング停止層を含むウェーハを用い、前記(d)段階において、前記第2マスクは、前記(a)段階で形成された前記第1マスクと膜間厚さの段差が相対的に大きい同じ物質で形成するか、或いは前記(a)段階の第1マスクと(e)段階の乾式エッチングに対してエッチング選択比が大きい異種膜で形成し、前記異種膜を形成する場合、前記(a)段階の第1マスクは窒化膜で形成し、前記側壁保護用第2マスクは酸化膜で形成することが好ましい。

【0022】また、本発明において、前記(f)段階において、前記ノズル円錐部は、前記シリコン基板の(100)結晶面と(111)結晶面の異方性湿式エッチング特性を用いて形成し、前記(h)段階は、乾式異方性エッチング法でなされる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、添付した図面に基づき、本発明による単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリ及びその製作方法について詳細に説明する。

【0024】図11Aないし図11Iは、本発明による(100)面単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリを自動整列工程によって一括的に製作する方法を示した図である(第1実施例)。

【0025】まず、図11Aに示されたように、(100)面シリコン基板100の表面に第1マスク10を蒸着する。この第1マスク10は、図11Cに示されたシリコンディープエッチング工程と図11Fに示された湿式エッチング工程でマスクの役目をしうる材料を選択する。その材料としては、酸化膜、窒化膜、金属などが使われる。

【0026】次に、図11Bに示されたように、フォトリソグラフィ工程でダンパー及びノズルの形成される部

分に開口部11を形成する。この開口部11は円形パターンが有利である。図11Gの工程でシリコン湿式エッチングのエッチング特性は結晶方向に影響を受けるため、円形パターンの使用はコーナー部分で流体の渦流を防止でき、設計上流体の解釈が容易である。角のあるパターンの場合にはこの工程で結晶面方向の整列が必要になる場合もある。

【0027】次に、図11Cに示されたように、ダンパー12の形成のためのシリコンディープエッチングを施す。ICPRIE、プラズマタッチ、レーザーバンチングなど超高速エッチング装備を用いてこのエッチング工程を施す。但し、図11Fのノズル形成工程の時点までのダンパー12の深さは装備のエッチング均一性によって変わり、ノズルサイズ及び均一性に影響を与えるので、装備のエッチング均一性が優先視される。異方性乾式エッチングを通じて大きい縦横比の排出口ダンパー12を形成する。エッチング速度が問題になる場合、図14A及び図14Bに示されたように、エッチング停止層があるウェーハ(SOIまたはボンデッドウェーハ)を用いれば、同じ効果を得ることができる。しかし、追加費用が多くなるという短所がある。一枚のウェーハでダンパー構造を形成する場合には、エッチング均一性が良好でなければ、ノズルの形成にも均一性を持たなくなるため、ICPRIEを用いてエッチング均一性を得ることにより、一枚のウェーハで前述した構造が具現し易くなる。

【0028】次に、図11D及び図11Daに示されたように、湿式エッチング時にダンパーの側壁の保護のためのマスク13、13'を蒸着する。この側壁保護用マスク13、13'は、図11Dに示されたように、第1マスク10と同じ膜13を形成することもあり、図11Daに示されたように、異種膜13'を形成することもある。単に、図11Fの湿式エッチング工程でマスクの役目が行えば良い。同一膜の場合、膜間厚さ段差が大きいほど良く、異種膜の場合膜の乾式エッチング時に両膜間の選択比が優れているほど良い。例えば、図11Daに示されたように、異種膜13'の場合第1マスク10が窒化膜であり、側壁保護用マスク13'が酸化膜であるLOCOS現象がなされうる。

【0029】次に、図11Eに示されたように、異方性乾燥式エッチングを施してダンパー12の底面の膜を除去してノズルの形成のための開口部14を形成する。示されたように、深い所にある側壁保護用マスク13のダンパーの底面をエッチングして開口部14を形成しなければならない。極めて深い所に位置するので、エッチングプラズマの乱反射現象で開口部14が不均一になり得るため、ディープエッチング用装備を用いるほど有利である。そして、側壁保護が十分でなければならないため、異方性特性に優れているエッチング装備を用いる。

【0030】次に、図11Fに示されたように、(10

0) 面シリコンウェーハにノズル部15を形成するために湿式エッチングする。このエッチング工程には一般的なシリコン湿式エッチング方法を用いる。(100)シリコン結晶面と(111)結晶面の異方性湿式エッチング特性によりノズル部15はウェーハ面に対して54.73°の傾斜面をもつ円錐状に形成する。形成されたノズル部を上から見た様子が図13Aに示されている。図11Fにおいて、ノズル部15は、窪むように形成される。ノズル部15の形状は開口部14の大きさや形状に関係せず、比較的均一である。

【0031】ノズル部15に湿式エッチング工程の特性上(111)面に接する四角パターンが形成される。そして、その大きさhもダンパー12の底面に図11E工程によって開口された開口部14の大きさによって変わる。所望のノズルの形状(やはり円形パターンが好適)に下面にノズル排出口の形成のための開口部16を形成する。

【0032】次に、図11Gに示されたように、基板100の背面にコーティングされたマスク10、13にノズル排出口の形成のための開口部16パターニングを施す。次に、図11Hに示されたように、開口部16を用いて乾式異方性エッチングでノズル排出口17を形成する。図11Gの精度良いフォトリソグラフィ作業及び縦横比が大きい乾式エッチング法を用いれば、ノズル排出口の大きさをサブミクロン以下に公差を減らさう。

【0033】次に、図11Iに示されたように、マスク膜10、13を除去する。図13Aは完成されたノズルアセンブリを上から見下ろした平面図である。

【0034】一方、図12Aないし12Yaは、ノズル及びダンパーだけでなく、流路部や流体引入チャンネルを含むより複雑な構造のノズルアセンブリを製作する方法(第2実施例)を説明するための図面である。

【0035】まず、図12Aに示されたように、(100)面シリコン基板200の表面に第1マスク210を蒸着する。この第1マスク210の材料としては、酸化膜、窒化膜、金属など、図12Jのシリコンディープエッチング工程及び図12Nの湿式エッチング工程でマスクの役目をしうる材料で蒸着する。

【0036】次に、図12Bに示されたように、一般的なフォトリソグラフィ工程で第1マスク210に開口部211を形成する。この開口部211は、図12Q及び図12Sに示された流路部あるいはチャンネル部となる段差部222、223エッチング用マスクとして用いる。

【0037】次に、図12Cに示されたように、第2マスク212を蒸着する。この第2マスク212は、図12Qの第1段差部222のエッチング時にマスクの役割ができなければならない。図12Oのノズルマスク221の物質とエッチング選択比が大きくて図12Sの第2段差部223のエッチングのために膜を除去する時、円錐

部コーティングマスク221の物質が十分に残って、図12Sの工程でノズルマスク221物質がマスクの役目をしうるようにする。

【0038】次に、図12Dに示されたように、第3マスク213を形成する。第1、第2マスク210、212間のエッチング選択比が極めて大きい場合、この第3マスク213のパターニング工程が不要であるが、フォトレジストで第3マスク213を形成することによりエッチング選択比が高くなる。ダンパーに対応するディープエッチング工程のために開口する領域216(図12H参照)と第1段差部222(図12Q参照)に対応する領域は第3マスク213を形成する過程でオープンされる。

【0039】次に、図12Eに示されたように、第3マスク213の開口された領域によって露出された第2マスク212の部分を除去する。引続き、前記第2マスク212の除去で露出される第1マスク210を除去する。

【0040】次に、第3マスク213を除去する。これにより、図12Fに示されたように、基板200の上表面の一部が露出される。

【0041】次に、図12Gに示されたように、第4マスク214を全面的に蒸着する。

【0042】第4マスク214は、図12Oのノズルマスク221の蒸着工程でLOCOSによる酸化膜の成長が起こる材料を選択して蒸着する。次に、図12Hに示されたように、第4マスク214上に開口部216の形成のための第5マスクパターン215を形成する。次に、図12Iに示されたように、第5マスクパターン215を用いて第4マスク214をエッチングすることにより、ダンパーの形成を目的とするディープエッチング工程のための開口部216及び第4マスクパターン214'を形成する。縦横比が大きい乾式エッチング法を用いることが好ましい。

【0043】次に、図12Jに示されたように、開口部216'を通じてダンパー構造217の形成のためのディープエッチング工程を施す。このディープエッチング工程は縦横比が大きいエッチング法を用いることにより、図12Mのダンパーの底面上に形成されたマスクを除去する工程で第4マスク214'の枠部分がエッチングされて開口部が拡張される問題を最小化する。

【0044】次に、図12Kに示されたように、直後の工程のためにフォトレジストよりなる第5マスクパターン215を除去する。

【0045】次に、図12Lに示されたように、ダンパー構造の側壁の保護のための保護膜218、218'の形成工程を施す。図12Lは、保護膜が第4マスクパターン214'と同じ物質で形成された膜の場合であって、第4マスクパターン214'が窒化膜であれば、保護膜218として窒化膜を形成した場合を示す。図12

L aは保護膜が第4マスクパターン214'と異なる物質で形成された膜の場合であって、第4マスクパターン214'が窒化膜であれば、保護膜218'は熱酸化膜で形成した場合を示す。

【0046】次に、図12Mに示されたように、側壁保護膜218に対する異方性乾式エッチングを行い、ダンバーの下面の保護膜を除去して開口部219を形成する。このエッチング工程に使用されるエッチング液は、第4マスクパターン214'と側壁保護膜218との間の選択比が大きいほど有利であり、異方性特性が良好でなければならない。

【0047】次に、図12Nに示されたように、開口部219を通じて露出されたシリコン基板200を湿式エッチングすることにより、所望のノズル円錐部220の形状を得る。これは、(100)シリコン結晶面に対して54.73°の傾斜角をもつようになる。

【0048】次に、図12Oに示されたように、ノズルマスク221を蒸着する。ノズルマスク221は、第4マスクパターン214'及び保護膜218'が窒化膜の場合、熱酸化法でLOCOSを形成する。これは、以降の図12Pないし図12Sに示された工程までエッチングマスクとしての役目をする。

【0049】次に、図12Pに示されたように、第4マスクパターン214'を部分的にエッチングして拡張することにより、次の工程の第1段差部222の形成のための第4マスクパターン214''を形成する。第4マスク214'とダンバーの側壁の保護膜218が窒化膜であれば、第4マスクパターン214'に対して乾式エッチングを行うことが好ましく、第4マスクパターン214'が窒化膜であり、ダンバーの側壁保護膜218'が熱酸化膜であれば、第4マスクパターン214'は湿式エッチングすることが好ましい。

【0050】次に、図12Qに示されたように、開口部が拡張された第4マスク214''を用いてシリコン基板200をエッチングすることにより、第1段差部222を形成する。

【0051】次に、図12Rに示されたように、次の工程の第2段差部の形成のために基板の上面の第4マスクパターン214''を除去して第1マスク210を露出させる。

【0052】次に、図12Sに示されたように、基板の上面に露出された第1マスク210を用いてシリコン基板をエッチングして第2段差部223を形成すると同時に第1段差部222よりも一層深くする。

【0053】次に、ノズル排出口の形成ノズルアセンブリの完成時まで行われる工程において、後で示された図12Taないし図12Yaの工程はそれぞれ図12Tないし図12Yに示された工程に対応する工程であって、但し、残っている第1、第2、第4マスク210、212、214''膜をいずれも除去した後に第6マスクを蒸

着した後同じ工程で行われるという点だけが異なる。

【0054】次に、図12Tに示されたように、ノズル円錐部の頂点に対応する基板の背面の第1、第2、第4マスク210、212、214''にノズル排出口の形成用開口部225の形成のためのフォトリソレジストマスクパターン224を形成する。図12Nに示された工程で形成されたノズル円錐部220の下面は四角パターンに形成することが好ましい。しかし、前記下面の面積はダンバーの下面の開口部219（図12Mを参照）の大きさや形状及び図12Jのダンバーの形成のためのディープエッチング工程で形成されたダンバーの深さによって変わるので、これらの大きさ及び形状を正確に決定するためには、両面整列を通じてのフォトリソグラフィ工程を行う。これにより、フォトリソレジストマスクパターン224の開口部225の大きさ及び形状が決定され、その公差はサブミクロン単位である。次に、図12Uに示されたように、前記フォトリソレジストマスクパターン224を利用して基板の背面の第1、第2、第4マスク210、212、214''にノズル排出口の形成用開口部225'を形成する。

【0055】次に、図12Vに示されたように、前の工程で使われたフォトリソレジストマスクパターン224をきれいに除去する。

【0056】次に、図12Wに示されたように、ノズルマスク221をエッチング停止層として用いてシリコン基板を乾式エッチングして予備ノズル排出口228を形成する。

【0057】次に、図12Xに示されたように、予備ノズル排出口228の壁面に疎水性表面処理をする。機械的な方法ではないガス化した物質のCVD法を用いて蒸着する方法により疎水性壁面層229をコーティングする。

【0058】次に、図12Yに示されたように、ノズルマスク221の頂点部分を除去してノズル排出口230を完成する。こうすれば、疎水性壁面処理がなされた領域はノズル部の深さ方向にvだけの長さを持つことになる。この長さvは機械的な方法で形成されるノズル排出口の長さに比べて極めて均一な値を得ることができる。ノズル排出口230を含む完成されたノズルアセンブリが図13Bに示されている。

【0059】一方、前述したように、図12Taないし図12Yaに示されたノズル排出口の形成方法の他の実施例は、次の通り行われる。

【0060】図12Taでは、基板200の表面に残っている全てのマスク、すなわち、第1、第2、第4マスク210、212、214''をエッチングしていずれも除去する。

【0061】次に、図12Uaに示されたように、図12Waのノズル排出口の形成工程でエッチング停止層として使われる第6マスク226を蒸着した後、両面整列

を通じてのフォトリソグラフィ工程を行い、基板の背面の第6マスク226上にフォトレジストマスクパターン227を形成しこれを用いて第6マスク226にノズル排出口の形成のための開口部225''を形成する。

【0062】次に、図12Vaに示されたように、ノズル排出口の形成のための開口部225''形成用フォトレジストマスクパターン227をきれいに除去する。

【0063】次に、図12Waに示されたように、第6マスク226をエッチング停止層として用いてシリコン基板を乾式エッチングして予備ノズル排出口228を形成する。

【0064】次に、図12Xaに示されたように、予備ノズル排出口228の壁面に疎水性表面処理をする。機械的な方法ではないガス化した物質のCVD法を用いて蒸着する方法で疎水性壁面層229をコーティングする。

【0065】次に、図12Yaに示されたように、第6マスク226のノズル円錐部の頂点部分を除去してノズル排出口230を完成する。こうすれば、疎水性の壁面処理がなされた領域はノズル部の深さ方向にv'だけの長さをもつことになる。この長さv'は機械的な方法で形成されるノズル排出口の長さvに比べて極めて均一な値を得ることができる。

【0066】以上のように、図11Aないし図11I及び図12Aないし図12Sに示された工程は(100)面シリコンウェーハを用いてダンパーとノズルを1枚のウェーハ上に連続工程で形成するものであって、前記ダンパー及びノズルのスペックが数ミクロン以下に正確で、二つの固体が自動整列できることを示している。ここに多段層の構造物を形成するために、数ミクロン以下の多重マスクを用いば、数十、数百ミクロンの段差を発生させるフォトリソグラフィ工程の問題を解決しより正確な構造物が形成可能になるだけでなく、工程を単純化できる。LOCOS現象は、ノズルの形状を含む構造エッチングが可能な唯一のマスキング方法になりうる。

【0067】

【発明の効果】前述したように、本発明による(100)面単結晶シリコンウェーハを利用した一体型マイクロ流体ノズルアセンブリは、既存の多数枚のウェーハ及び板を使って積層していた複雑な構造を単純化して半導体工程を用いて大量生産を可能にし、さらにウェーハの結晶面を利用した異方性エッチング工程及びLOCOS工程を利用した適宜なマスク形成工程などを用いる一括自動整列工程で製作できる。すなわち、一般的なシリコンフォトリソグラフィ工程を活用してこれらの整列誤差を数ミクロン以下に縮めうるだけでなく、複雑ではなく、しかも経済性に優れており、歩留まり率も良い。特に、両面整列でウェーハ(基板)の背面でエッチングしてノズルの大きさをサブミクロン以下の公差であければ、表面処理の境界を明確に区分づけることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)従来のインクジェットヘッド用ノズルアセンブリの構造を示した断面図である。(B)(A)の分解斜視図である。

【図2】(A)さらに他の従来のノズルアセンブリの形成方法を示した概略断面図であって、第1の段階を示したものである。(B)(A)の次の段階を示した概略断面図である。(C)(B)の次の段階を示した概略断面図である。(D)(C)の次の段階を示した概略断面図である。(E)形成されたノズルアセンブリの概略平面図である。(F)形成されたノズルアセンブリの概略断面図である。

【図3】従来のマイクロノズルアセンブリの形成方法を説明する概略断面図である。

【図4】従来のマイクロノズルアセンブリの他の形成方法を説明する概略断面図である。

【図5】(A)従来のマイクロノズルアセンブリの他の形成方法を説明する図である。(B)(A)の次の段階を示した図面である。(C)(B)の次の段階を示した図面である。

【図6】(A)従来のシリコンノズルアセンブリの形成方法のうちノズル部の付着による形成方法を説明する図面である。(B)(A)の次の段階を示した図である。

【図7】(A)従来のシリコンノズルアセンブリの形成方法のうちノズル板の付着後にノズルを形成する方法を説明する図面である。(B)(A)の次の段階を示した図である。(C)(B)の次の段階を示した図である。(D)(C)の次の段階を示した図である。

【図8】(A)単結晶シリコン基板を結晶面を示した図面である。(B)単結晶シリコン基板を異方性湿式エッチングした結果を示した概略断面図である。(C)(B)の概略斜視図である。

【図9】乾式エッチング工程を説明する図面である。

【図10】(A)多段構造のノズルアセンブリを示した基板の概略断面図である。(B)多段構造のノズルアセンブリを示した基板の概略断面図である。(C)多段構造のノズルアセンブリの形成時の問題点を説明するための図である。(D)多段構造のノズルアセンブリの形成時の問題点を説明するための図である。(E)多段段差付き構造のシリコンノズルアセンブリをフォトリソグラフィ法でエッチングする方法を説明するための基板の概略断面図である。(F)(E)の次の段階を示した概略断面図である。(G)(F)の次の段階を示した概略断面図である。(H)(G)の次の段階を示した概略断面図である。(I)(H)の次の段階を示した概略断面図である。(J)(I)の次の段階を示した概略断面図である。(K)(J)の次の段階を示した概略断面図である。

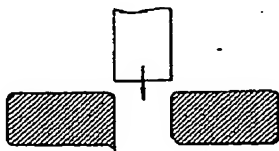
【図11】(A)本発明によるノズル及びダンパーだけを備えた(100)面単結晶シリコンウェーハを利用し

た流体ノズルアセンブリの自動整列工程による製作方法を説明する概略断面図である。(B) (A)の次の段階を示した概略断面図である。(C) (B)の次の段階を示した概略断面図である。(D) (C)の次の段階を示した概略断面図である。(Da) (D)において膜が異種膜の場合の概略断面図である。(E) (D)の次の段階を示した概略構成図である。(F) (E)の次の段階を示した概略構成図である。(G) (F)の次の段階を示した概略構成図である。(H) (G)の次の段階を示した概略構成図である。(I)最後の段階を示した概略構成図である。

【図12】(A)本発明によるノズルとダンパー及び多段階の流路を備えた(100)面単結晶シリコンウェーハを利用した流体ノズルアセンブリの自動整列工程による製作方法を工程段階別に説明する概略断面図である。

- (B) (A)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (C) (B)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (D) (C)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (E) (D)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (F) (E)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (G) (F)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (H) (G)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (I) (H)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (J) (I)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (K) (J)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (L) (K)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (La) (L)において、保護膜が第4マスクパターン214'と異なる物質の場合の概略構成図である。  
 (M) (L)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (N) (M)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (O) (N)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (P) (O)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Q) (P)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (R) (P)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (S) (R)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (T) (S)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Ta) (T)の変形例を示した概略構成図である。  
 (U) (T)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Ua) (U)の変形例を示した概略構成図である。  
 (V) (U)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Va) (V)の変形例を示した概略構成図である。

【図3】



- \* (W) (V)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Wa) (W)の変形例を示した概略構成図である。  
 (X) (W)の次の段階を示した概略構成図である。  
 (Xa) (X)の変形例を示した概略構成図である。  
 (Y) (X)の次の段階を示した概略構成図である。

(Ya) (Y)の変形例を示した概略構成図である。

【図13】(A)図11Aないし図11I及び図12Aないし図12Y(y)'の工程により製作された流体ノズルとダンパーの形状を概略的に示した概略平面図である。(B) (A)の概略斜視図である。

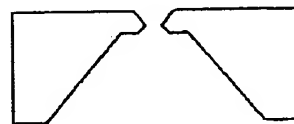
【図14】(A)エッチング停止層をもつボンディングされたウェーハを用いてダンパーを形成する方法を説明する図面である。(B)エッチング停止層をもつボンディングされたウェーハを用いてダンパーを形成する方法を説明する図面である。

【符号の説明】

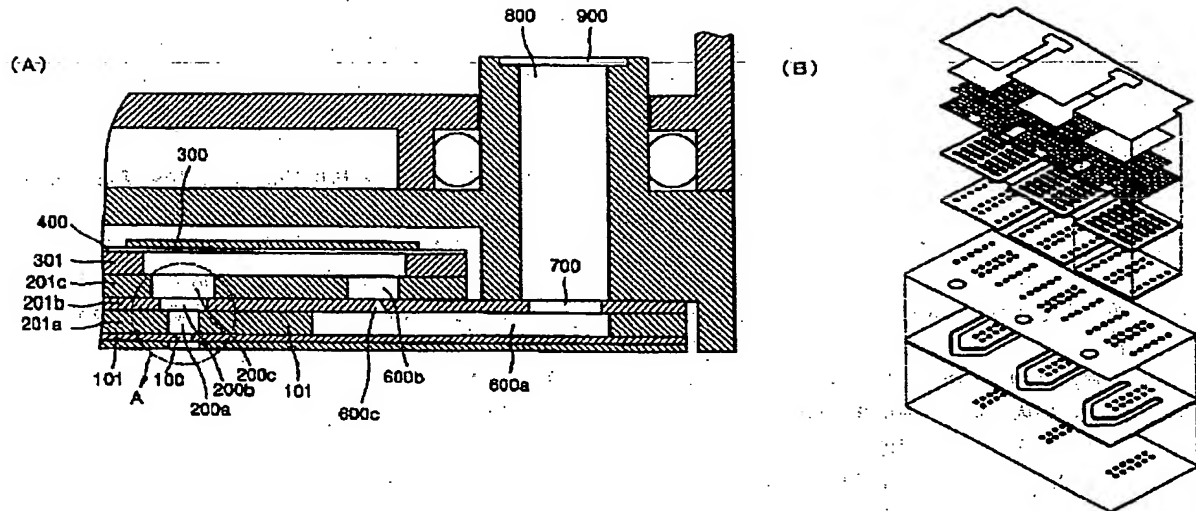
- 10 第1マスク  
 11 開口部  
 12 ダンパー  
 20 13、13' マスク  
 14 開口部  
 17 ノズル排出口  
 100、200 基板  
 210 第1マスク  
 211 開口部  
 212 第2マスク  
 213 第3マスク  
 214 第4マスク  
 215 第5マスク  
 30 216 開口部  
 218 保護膜  
 219 開口部  
 220 ノズル円錐部  
 222 第1段差部  
 223 第2段差部  
 226 第6マスク  
 227 フォトリソグラフィマスクパターン  
 228 予備ノズル排出口  
 229 疎水性壁面層  
 40 230 ノズル排出部

\*

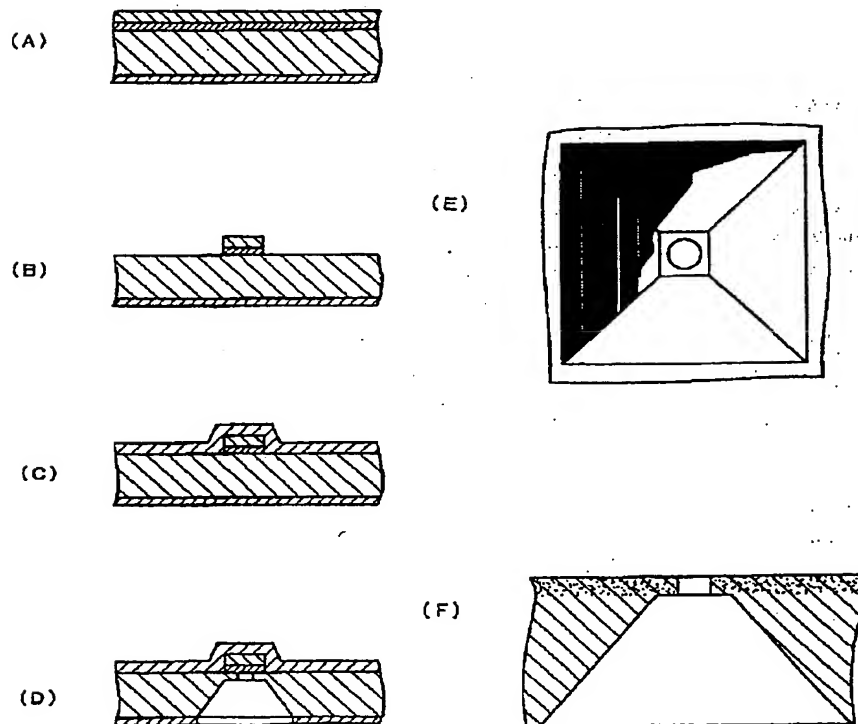
【図4】



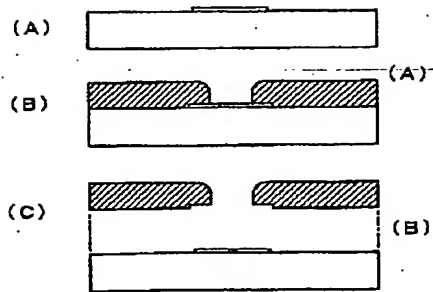
【図 1】



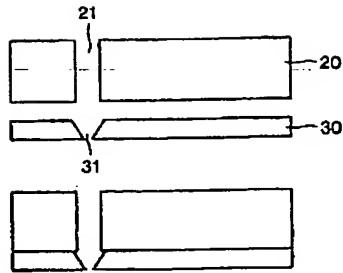
【図 2】



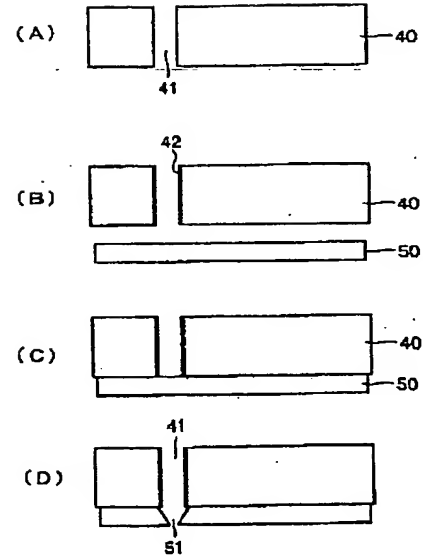
【図5】



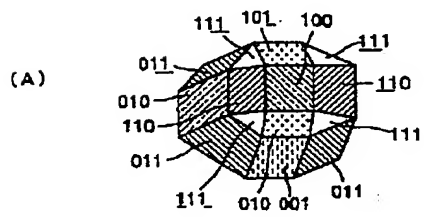
【図6】



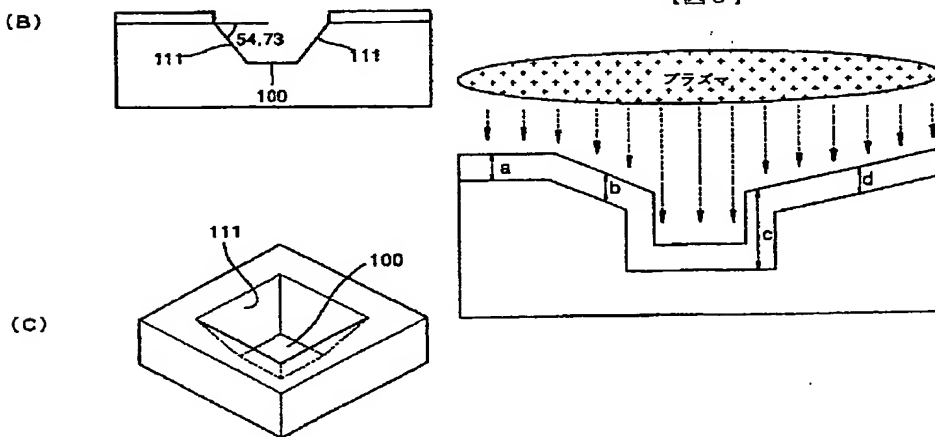
【図7】



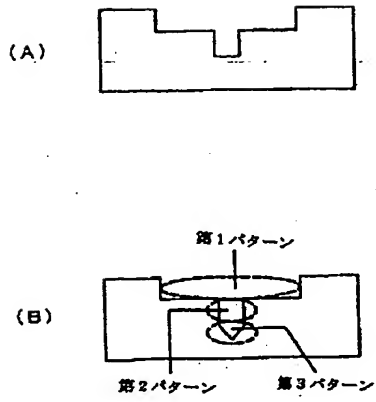
【図8】



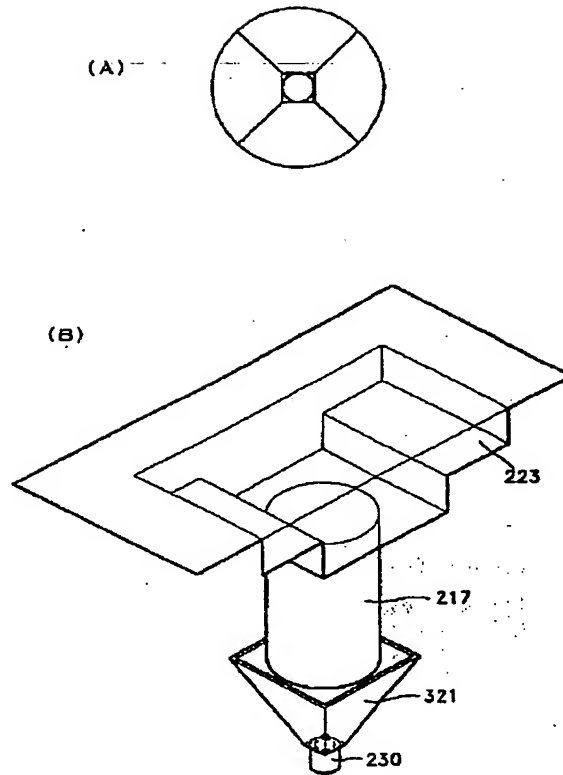
【図9】

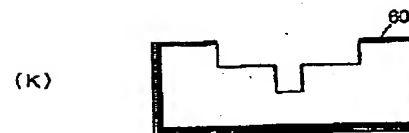
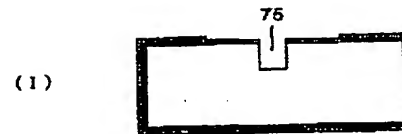
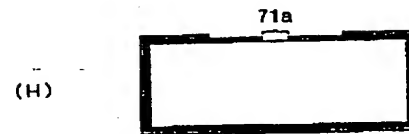
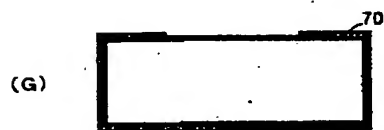
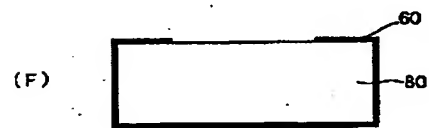
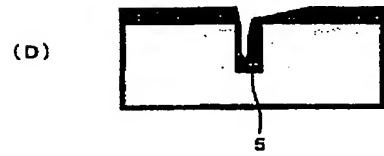


【図10】

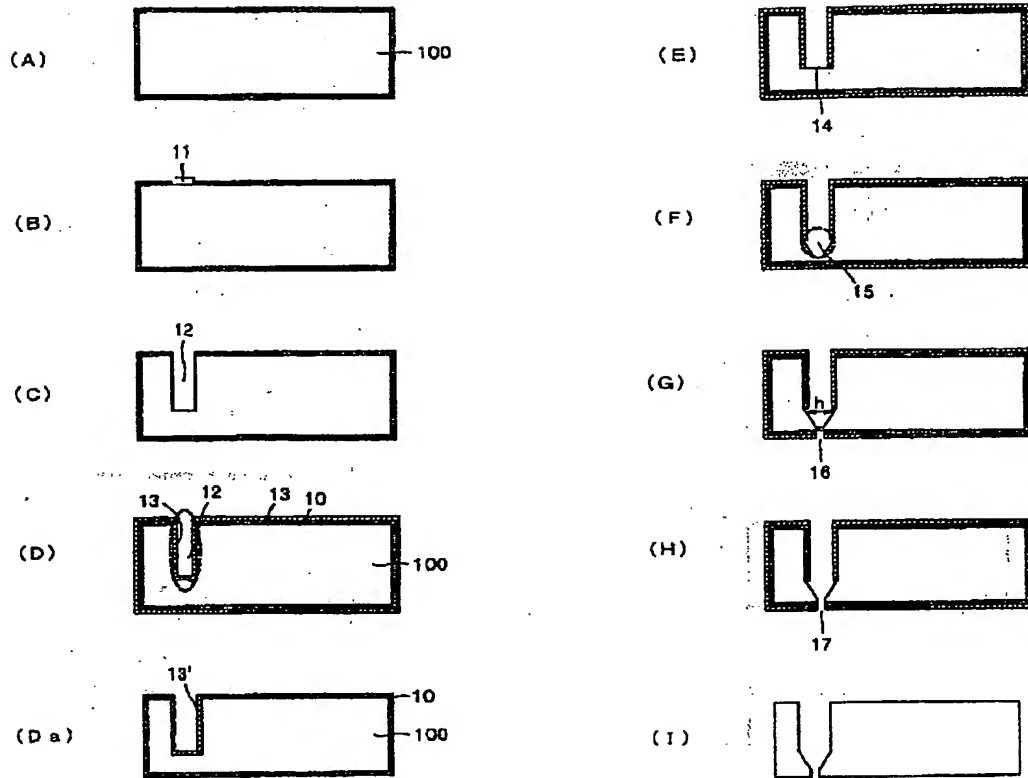


【図13】

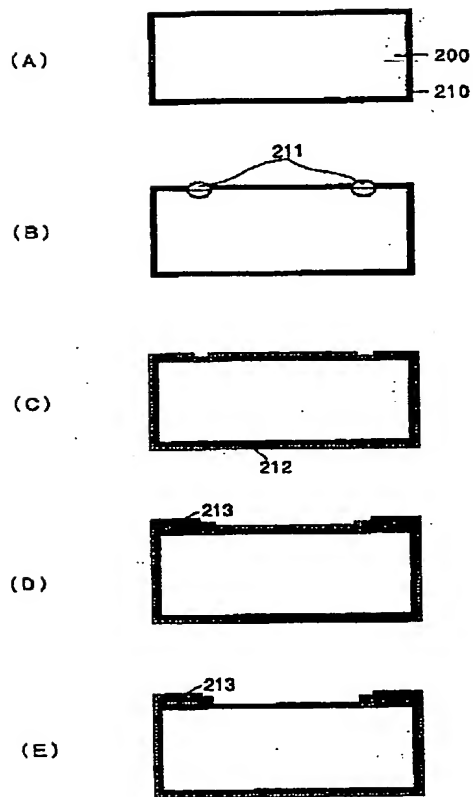




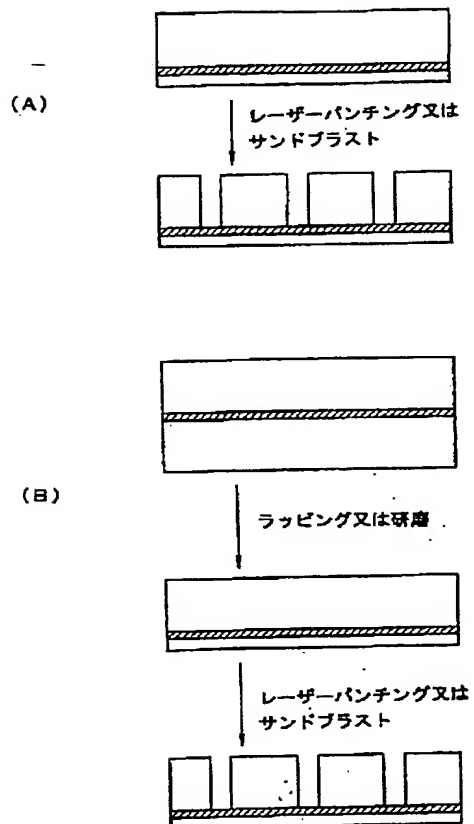
【図11】



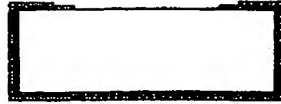
【図12】



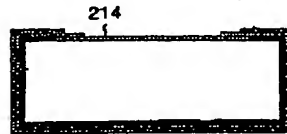
【図14】



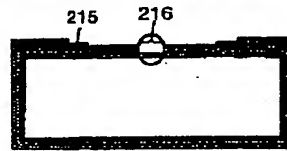
(F)



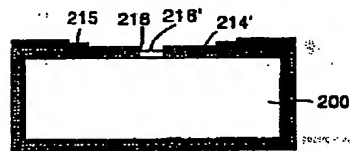
(G)



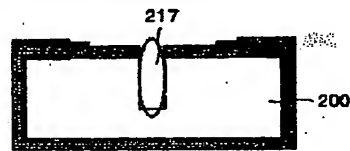
(H)

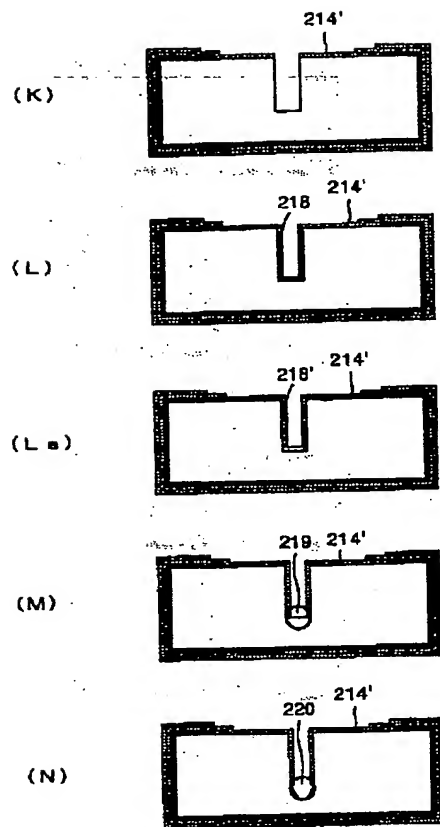


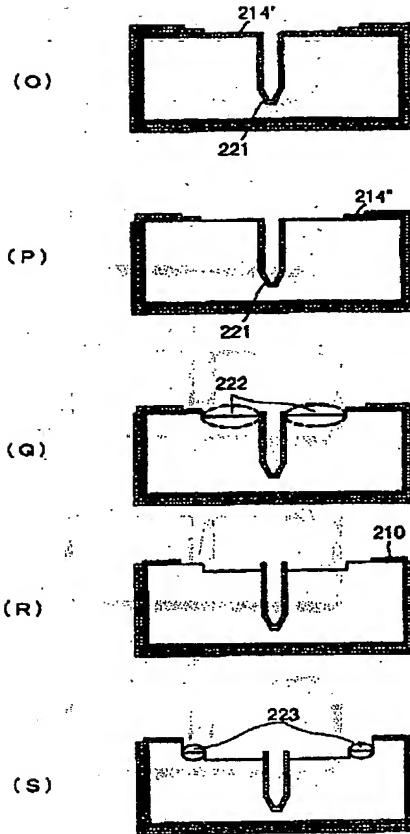
(I)

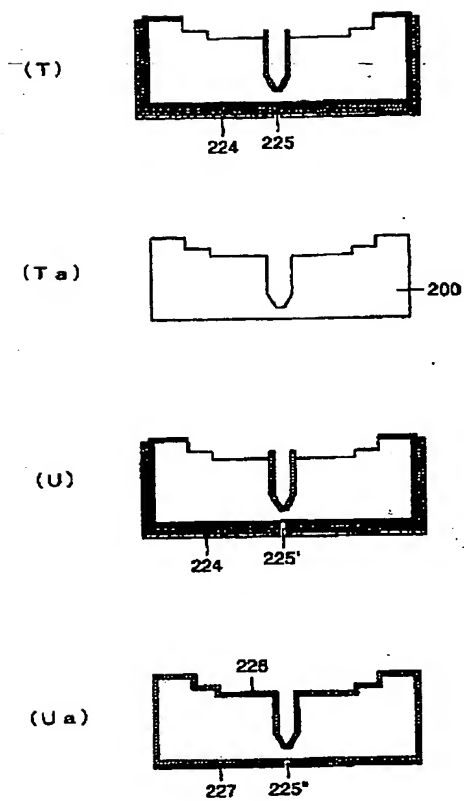


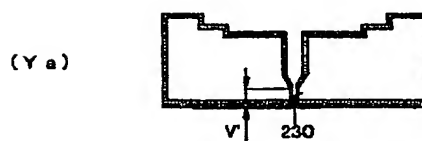
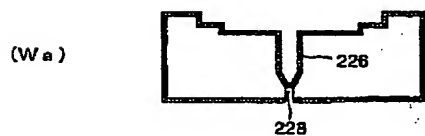
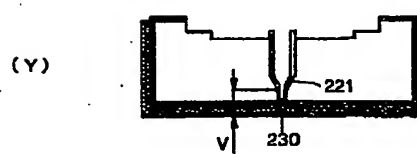
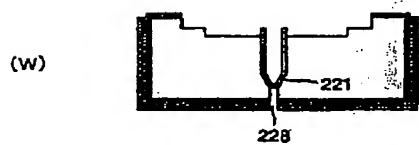
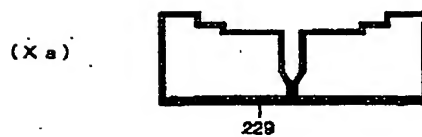
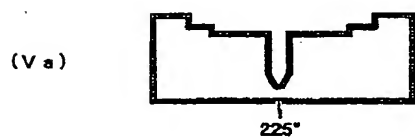
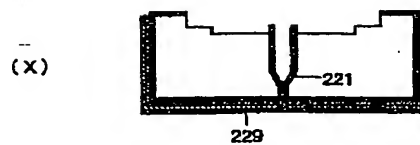
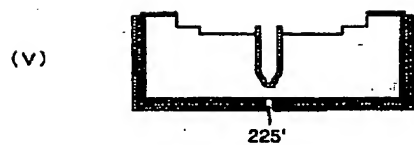
(J)











フロントページの続き

(72)発明者 呉 龍洙

大韓民国京畿道城南市盆唐区盆唐洞35番地  
セビョルマウル東星アパート206棟307号

(72)発明者 宋 基武

大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山14-  
1番地 三星綜合技術院内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**